



TITLE:

ポリプロピレン繊維による繊維補強セメント系複合材料を用いた建築架構の耐震性能および耐衝撃性状に関する研究(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

森, 浩二

CITATION:

森, 浩二. ポリプロピレン繊維による繊維補強セメント系複合材料を用いた建築架構の耐震性能および耐衝撃性状に関する研究. 京都大学, 2018, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2018-03-26

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21067>

RIGHT:

京都大学	博士（ 工学 ）	氏名	森 浩二
論文題目	ポリプロピレン繊維による繊維補強セメント系複合材料を用いた建築架構の耐震性能および耐衝撃性状に関する研究		
<p>本研究は、繊維補強セメント系複合材料に使用される補強材料の一種であるポリプロピレン繊維を対象とし、鉄筋コンクリートを用いた建築架構の耐久性を向上させることによって社会コストならびに環境負荷の低減を図ることを目的としている。ポリプロピレン繊維は他の合成繊維と比較して製造コストが低く、鋼繊維で生じる錆などの腐食問題がないといった利点があり、JIS化されたことにより社会的な導入コストが低いといった背景を持つ繊維であり、収縮ひび割れ低減などに用いられるが、鉄筋コンクリート部材の耐荷性に対する補強効果は明らかとなっていない。本研究では、建築架構の耐久性を構成する要因として、耐震性能と耐衝撃性に着目し、ポリプロピレン繊維補強セメント系複合材料が鉄筋コンクリート部材の曲げやせん断などの基本性状に及ぼす効果、および棟間衝突等による低速衝撃荷重を受ける建築架構の挙動とその損傷に対する補強効果を中心として、実験的な検討を行った成果について研究を進めた結果を学位論文にまとめたものであり、7章で構成されている。</p> <p>第1章は、序論であり、この研究を始めることに至った背景と本研究の目的を示しており、学位論文全体の構成を簡略に紹介している。</p> <p>第2章は、既往の研究であり、四つの節で構成されている。最初にコンクリートと鉄筋との付着特性について付着基礎式による既往の解析モデルの概要とその成り立ちについて概説している。二番目に繊維補強セメント系複合材料の材料特性について、合成繊維を用いた場合の曲げ性状と繊維の架橋効果に関する既往の研究を概説している。三番目に衝撃荷重に対するRC部材の既往の研究について、衝撃荷重の種別による実験方法の分類と、RC梁に対して行われた重錘落下による衝撃実験について概説している。最後に、コンクリートに埋め込まれた鉄骨柱脚の抵抗機構に関する研究について概説している。</p> <p>第3章は、予備的な検討として、異形鉄筋に対する繊維補強セメント系複合材料の引抜き付着特性について実験的な検討を行うため、モルタルとひび割れ架橋メカニズムの異なる3種類の繊維、鋼繊維、ハイブリッド繊維、スチールチップ（鋼板加工時に生じる切削屑）を用いた繊維補強セメント系複合材料について引抜き付着実験を行い、繊維補強による割裂破壊に対する補強効果と付着剛性の増大を確認している。さらにコンクリートを対象とした既存の付着-すべりモデルを用いた数値解析結果と実験結果を比較し、一方向繰返しの引抜きに対する付着挙動が、モルタルの場合はコンクリートを対象とした既存の付着-すべりモデルに適合すること、繊維補強セメント系複合材料では履歴の特徴が大きく異なることを示している。</p> <p>第4章は、ポリプロピレン繊維補強セメント系複合材料を用いた鉄筋コンクリート梁について、曲げやせん断といった部材の基本的な性状に対するポリプロピレン繊維の補強効果について、実験的な検討を行っている。曲げについては4点曲げ載荷による梁の純曲げ実験によって、普通コンクリート、ポリプロピレン繊維補強コンクリート、ビニロン繊維補強コンクリートを用いた場合の比較を行い、曲げ圧縮破壊に対する繊維補強の効果が、疎水性のポリプロピレン繊維についても親水性のビニロン繊維と同様に得られること、ひび割れ分散の効果によって載荷初期の曲げ剛性が普通コン</p>			

京都大学	博士（工学）	氏名	森 浩二
<p>クリートより低下する場合があることを示している。せん断についてはサイズの異なる梁を対象に 3 点載荷による短スパン梁のせん断実験を行い、ポリプロピレン繊維補強によるせん断強度の増加や、寸法効果の抑制を示している。</p> <p>第 5 章は、ポリプロピレン繊維補強セメント系複合材料を用いた鉄筋コンクリート架構に対し、耐衝撃性とその後に残存する耐震性能について実験的な検討を行っている。棟間衝突を想定した低速衝撃載荷実験は先行研究が少ないため、鉄筋コンクリート架構の衝撃荷重に対する基本性状について実験的に明らかにすることも同時に目的としている。衝撃実験では小型の RC 架構を 90° 回転させ、スラブが鉛直方向となるように固定し、重錘を落下させる方法で実験を行い、衝撃実験後に試験体を水平方向に戻して静的に繰返し載荷実験を行っている。試験体は普通コンクリートとポリプロピレン補強コンクリートについて製作し、加える衝撃荷重は衝突速度を 5m/s 一定として、重錘の重量によって衝撃荷重の大きさを変化させている。衝突時の最大変位や加速度、衝突後の残存性能として初期剛性と等価粘性減衰定数などに対する検討を行い、重錘の衝突エネルギーは分散して試験体に入力すること、ポリプロピレン繊維補強により衝撃荷重による損傷が緩和されることを示している。また、柱のヒンジ領域と他の領域とでひび割れ長さの評価を行い、ポリプロピレン繊維によりヒンジ領域のひび割れが減少する一方で、中央部のひび割れが増加する場合があることを示している。</p> <p>第 6 章は、ポリプロピレン繊維補強コンクリートのさらなる応用を図るため、アンカーを用いない鉄骨間柱柱脚の簡易固定工法について実験的に検討している。床スラブコンクリートの収縮ひび割れ防止にポリプロピレン繊維補強コンクリートを使用する工法は既に実用化されているが、本章は風荷重を受ける間柱柱脚に対しての損傷低減を目的としてポリプロピレン繊維補強コンクリートを適用した。実験は実大の間柱の中央に横力を加える方法で載荷し、柱脚ディテールが異なる場合と、ポリプロピレン補強コンクリートを使用した場合について比較している。実験結果より、柱脚の曲げとせん断に対するコンクリートの支圧抵抗機構を確認し、ポリプロピレン繊維補強によって柱脚コンクリートの損傷が抑制されることを示している。</p> <p>第 7 章は、結論であり、本論文で得られた成果について要約し、今後の研究課題を提案している。化学的な性質が疎水性のためセメントとの付着力が低いポリプロピレン繊維についても、表面加工による機械的な付着力確保によって、鉄筋コンクリートに対する靱性や耐久性の向上、耐衝撃性を向上する効果が得られることを示している。</p> <p>本章後半においては、今後の課題と提案を示している。本研究の実験により、ポリプロピレン繊維が曲げやせん断ひび割れを広い範囲に分散させる効果があり、部材や架構の挙動に影響を与えていることを示している。また、6 章で示したように、収縮ひび割れ防止用に使用するポリプロピレン繊維補強コンクリートの副次効果として損傷防止の効果を得ることができる。今後の定量的な検討、特にひび割れ分散のメカニズムや、ひび割れ分散が曲げやせん断強度、衝撃荷重に対する耐久性に寄与するメカニズムを説明するモデルの構築を進めることにより、ポリプロピレン繊維補強コンクリートの利用を促進し、社会コスト低減、環境負荷低減につなげる提案をしている。</p>			

氏 名	森 浩二
-----	------

本研究は、収縮ひび割れ低減などに用いられるポリプロピレン繊維による繊維補強セメント系複合材料を、建築架構の耐荷性向上の目的で使用した場合の耐震性能および耐衝撃性状について、付着、曲げ、せん断などの基本性状についての実験的な検討を行うとともに、鉄筋コンクリート架構に対する棟間衝突等を想定した低速衝撃荷重について、衝撃時の性状と残存性能、ポリプロピレン繊維による補強効果について実験に基づく検討を行ったものである。また、ポリプロピレン繊維補強セメント系複合材料の鉄骨間柱柱脚への応用例の提案を行っている。これらの検討を通じて、ポリプロピレン繊維補強セメント系複合材料の補強効果と応用例について研究した成果についてまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 繊維補強により割裂破壊が抑制される効果と、付着剛性増加の効果を明らかにした。
2. 曲げ実験の結果、ポリプロピレン繊維補強によって、曲げひび割れが分散して発生し、変形の局所化が抑制されることを明らかにした。
3. せん断実験の結果、ポリプロピレン繊維補強によってせん断強度の増加、寸法効果による強度低下を抑える効果があることを明らかにした。
4. 棟間衝突に対する鉄筋コンクリート架構の衝撃性や残存性能に関する基礎的な性状を明らかにした。
5. ポリプロピレン繊維補強による耐衝撃性向上の効果を明らかにした。
6. 床スラブにポリプロピレン繊維補強セメント系複合材料を用いた場合の鉄骨間柱柱脚に対する補強効果を明らかにした。

本論文は、環境問題を考慮した建築材料の利用と応用について、棟間衝突を想定した耐衝撃性を中心として、付着、曲げ、せん断、支圧など鉄筋コンクリート部材に関わる種々の基本性状について実験に基づく検討を行ったもので、学術上、および実用上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成30年1月23日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。